

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-184064

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 3 F 1/08

G 0 3 F 1/08

A

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-349789

(22) 出願日 平成9年(1997)12月18日

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 福島 祐一

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 篠森 栄治

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 三横 勝之

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

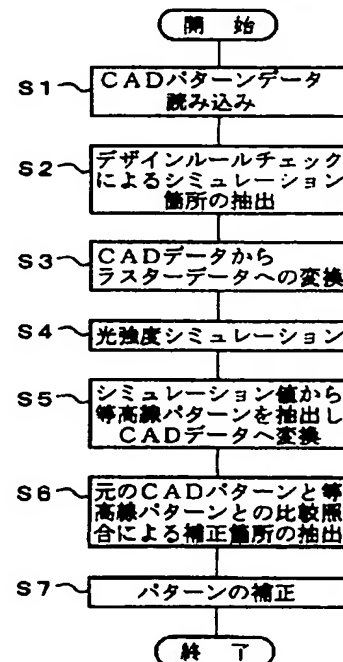
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外11名)

(54) 【発明の名称】 フォトマスクパターン設計装置および設計方法ならびにフォトマスクパターン設計プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 微細加工精度を改善できるよう最適化がなされたマスクパターンが得られるフォトマスクパターン設計装置および設計方法ならびにフォトマスクパターン設計プログラムを記録した記録媒体を提供すること。

【解決手段】 ステップS1で読み込んだCADパターンデータに対しステップS2でデザインルールチェックを行い、光強度シミュレーションを行うパターン部分を抽出する。そして、ステップS3で抽出したCADパターンデータからラスタ形式へデータ変換してステップS4で光強度シミュレーションを行う。その後、ステップS5で光強度シミュレーションの結果得られた数値データから所定の値の等高線パターンを抽出し、ステップS6でこの等高線パターンとステップS1で読み込んだCADパターンデータとを重ね合わせ、デザインルールチェックを行って要補正箇所を抽出し、その要補正箇所をステップS7で補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 CADシステムにより作成されたフォトマスクパターンのCADパターンデータから、光強度シミュレーションを行うパターン部分のCADパターンデータを抽出するパターンデータ抽出手段と、

前記抽出されたCADパターンデータに基づいて光強度シミュレーションを行い、該抽出されたCADパターンデータに基づくパターン部分の、投影露光後のパターン光強度分布を求める光強度シミュレーション手段と、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとを比較検証し、補正を必要とする箇所を抽出するパターン比較チェック手段と、

前記抽出された要補正箇所において、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとの差が所定の許容値以下となるように、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータを補正するパターン補正手段とを有することを特徴とするフォトマスクパターン設計装置。

【請求項2】 前記データ抽出手段は、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータのうち、所定値以下の、配線幅、配線間隔、コンタクトホール径、または、層間目合わせ裕度部分を含む、所定面積の領域を前記光強度シミュレーションを行うパターン部分として、そのCADパターンデータを抽出することを特徴とする請求項1に記載のフォトマスクパターン設計装置。

【請求項3】 前記光強度シミュレーション手段は、前記抽出されたCADパターンデータにより表されるフォトマスクパターンの光強度像を格子状に細分化して、該各格子における光強度値をラスタ配列もしくはマトリックス配列に配置したデータに変換するシミュレーション用データ変換手段を有し該データ変換手段によって変換されたデータに基づいて光強度シミュレーションを行うことを特徴とする請求項1に記載のフォトマスクパターン設計装置。

【請求項4】 前記パターン比較チェック手段は、前記光強度シミュレーションで得られたパターン光強度分布から所定の光強度値の等高線を抽出し、その等高線より表されるパターンのCADデータに変換するCADデータ変換手段を有し、前記パターンデータ抽出手段により抽出されたCADパターンデータと該等高線により表されるパターンのCADデータとにおいて、両者の配線幅、配線間隔、パターンコーナー部、または、コンタクトホール径のいずれかを比較検証し、当該比較検証を行った箇所の寸法差が、前記所定の許容値以上である箇所を、前記補正を必要とする箇所として抽出することを特徴とする請求項1に記載のフォトマスクパターン設計装置。

【請求項5】 CADシステムにより作成されたフォト

マスクパターンのCADパターンデータから、光強度シミュレーションを行うパターン部分のCADパターンデータを抽出する第1の工程と、

前記抽出されたCADパターンデータに基づいて光強度シミュレーションを行い、該抽出されたCADパターンデータに基づくパターン部分の、投影露光後のパターン光強度分布を求める第2の工程と、

前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとを比較検証し、補正を必要とする箇所を抽出する第3の工程と、

前記抽出された要補正箇所において、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとの差が所定の許容値以下となるように、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータを補正する第4の工程とを有することを特徴とするフォトマスクパターン設計方法。

【請求項6】 前記第1の工程は、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータのうち、所定値以下の、配線幅、配線間隔、コンタクトホール径、または、層間目合わせ裕度部分を含む、所定面積の領域を前記光強度シミュレーションを行うパターン部分として、そのCADパターンデータを抽出することを特徴とする請求項5に記載のフォトマスクパターン設計方法。

【請求項7】 前記第2の工程は、前記抽出されたCADパターンデータにより表されるフォトマスクパターンの光強度像を格子状に細分化し、該各格子における光強度値をラスタ配列もしくはマトリックス配列に配置したデータに変換し、該変換されたデータに基づいて光強度シミュレーションを行うことを特徴とする請求項5に記載のフォトマスクパターン設計方法。

【請求項8】 前記第3の工程は、前記光強度シミュレーションで得られたパターン光強度分布から所定の光強度値の等高線を抽出し、該抽出した等高線を、その等高線より表されるパターンのCADデータに変換し、

該等高線により表されるパターンのCADデータと前記第1の工程で抽出されたCADパターンデータとにおいて、両者の配線幅、配線間隔、パターンコーナー部、または、コンタクトホール径のいずれかを比較検証し、当該比較検証を行った箇所の寸法差が、前記所定の許容値以上である箇所を、前記補正を必要とする箇所として抽出することを特徴とする請求項5に記載のフォトマスクパターン設計方法。

【請求項9】 フォトマスクパターンの設計を行うフォトマスクパターン設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

該フォトマスクパターン設計プログラムは、コンピュー

タに、

CADシステムにより作成されたフォトマスクパターン
のCADパターンデータから、光強度シミュレーション
を行うパターン部分のCADパターンデータを抽出さ
せ、

前記抽出させたCADパターンデータに基づいて光強度
シミュレーションを実行させて、該抽出させたCADパ
ターンデータに基づくパターン部分の、投影露光後のパ
ターン光強度分布を求めさせ、

前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターン
と前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターン
とを比較検証し、補正を必要とする箇所を抽出させ、
前記抽出させた要補正箇所において、前記抽出させたC
ADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シ
ミュレーションの結果に基づくパターンとの差が所定の許
容値以下となるように、前記フォトマスクパターンのC
ADパターンデータを補正させることを特徴とするフォ
トマスクパターン設計プログラムを記録したコンピュ
ータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造工程
中の回路設計工程において、フォトリソグラフィを最適化
するパターン設計を行うためのフォトマスクパターン設
計装置およびフォトマスクパターン設計方法ならびにフ
ォトマスクパターン設計プログラムを記録した記録媒体
に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体工程の研究開発あるいは開
発試作段階においては、そのプロセスや製造物の特性を
把握し、製造条件に対する特性の予測や評価を仮想的に
実験するための技術としてコンピュータシミュレーショ
ン技術があり、現在では半導体設計に不可欠の技術とし
て利用されている。特に半導体製造技術の中で中心とな
る微細加工技術であるフォトリソグラフィ工程のシミュ
レーション技術は、理論的にも確立しており、研究開発
において欠かせない技術となっている。

【0003】フォトリソグラフィのシミュレーションの
中で露光工程のシミュレーションは特に「光強度シミュ
レーション」と称され、投影露光装置（ステッパーとも
称する）を用いてフォトマスクパターン（以降マスクパ
ターンと呼ぶ）をウェハ上に露光転写した場合の投影光
学像の光強度分布を計算により求めるものである。

【0004】光強度シミュレーション技術の基礎となる
理論は、物理理論としてはH.Hopkins らによって確立さ
れた結像光学理論（参考文献としてBorn, Wolf著「光学
の原理II・III」（1975）、または、H.Hopkins ; J.Opt.So
c.Am.Vol.47, No.6 ('57), p508～等がある）があり、コ
ンピュータ計算モデルとしてはLinおよびYeungによる
モデル等がある。また、コンピュータシミュレーション

を行うソフトウェアをシミュレータとも呼ぶ。

【0005】このようなシミュレーションによって、実
際にリソグラフィを行わなくともウェハ上の露光分布が
推定できるため、リソグラフィ工程の研究開発やデバイ
ス試作において頻繁に光強度シミュレーションが利用さ
れてきた。特に近年は要求される微細加工技術が光によ
る加工の限界にまで達しようとしており、技術的かつコ
スト的にも実際に実験を行ってのデバイス開発が困難に
なっており、コンピュータを利用するため低コスト
かつ迅速に結果が得られるシミュレーション手法はます
ます重要となっている。

【0006】また、パターン設計工程においては、前記
光強度シミュレーションではないが従来から論理設計や
回路設計等において所望の電子特性・回路特性を得るた
めに設計シミュレーションが用いられるようになり、現
在は量産工程においてもシミュレーションが不可欠のも
のとなっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、現在、リソ
グラフィではよく知られたように、超微細加工技術とし
て位相シフト法などの超解像技術や、光近接効果補正
（OPC）技術などが注目されているが、これらの技術
はいずれもマスクパターンの加工が必要である。しかも
この加工ルールは論理回路のデザインルールとは別のも
のであり、リソグラフィ工程の露光条件や工程条件に対
してプロセス条件として設定するものである。このこと
から、マスクパターンを最適化するためにはリソグラフィ
工程、少なくとも露光工程を考慮した最適化手段が必要
であり、そのために光強度シミュレーションを利用して露
光条件に基づくパターンの最適化手段が必要となってい
た。

【0008】しかしながら、実際のLSI回路パターン
データは非常に複雑かつ膨大であり、数十万～数百万も
の閉図形で構成されているのが通常であり、将来的には
更に拡大することは確実とされる。このような膨大なデ
ータ量を持つパターンに対して微細加工精度を最適化す
るために、マスクパターン全体について光強度シミュレ
ーションを行うことは時間及びコストの点から実用上不
可能であった。

【0009】また、シミュレーションを限られた部分的
領域に対してのみ行う方法もあるが、この方法では人手
によってパターンを抽出しなければならず、量産段階で
の実用は非常に困難であった。さらに、近年の微細加工
の要求を満足するマスクパターンを得るためには、デザ
インルールに則ったパターン設計だけでは困難であっ
た。また、パターンデータ量の問題で全面的なシミュレ
ーションによる最適化を図ることも実用上困難であっ
た。

【0010】そこで本発明は上記の問題点を鑑み、論理
回路のデザインルールを満足したパターン設計がなされ

たマスクパターンから、微細加工精度を改善できるよう最適化がなされたマスクパターンが得られるフォトマスクパターン設計装置および設計方法ならびにフォトマスクパターン設計プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。また、上記最適化を効率よく実施することができるフォトマスクパターン設計装置および設計方法ならびにフォトマスクパターン設計プログラムを記録した記録媒体を提供することも目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明に係るフォトマスクパターン設計装置は、CADシステムにより作成されたフォトマスクパターンのCADパターンデータから、光強度シミュレーションを行うパターン部分のCADパターンデータを抽出するパターンデータ抽出手段と、前記抽出されたCADパターンデータに基づいて光強度シミュレーションを行い、該抽出されたCADパターンデータに基づくパターン部分の、投影露光後のパターン光強度分布を求める光強度シミュレーション手段と、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとを比較検証し、補正を必要とする箇所を抽出するパターン比較チェック手段と、前記抽出された要補正箇所において、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとの差が所定の許容値以下となるように、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータを補正するパターン補正手段とを有することを特徴としている。

【0012】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のフォトマスクパターン設計装置において、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータのうち、所定値以下の、配線幅、配線間隔、コンタクトホール径、または、層間目合わせ裕度部分を含む、所定面積の領域を前記光強度シミュレーションを行うパターン部分として、そのCADパターンデータを抽出することを特徴としている。

【0013】また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のフォトマスクパターン設計装置において、前記光強度シミュレーション手段は、前記抽出されたCADパターンデータにより表されるフォトマスクパターンの光強度像を格子状に細分化して、該各格子における光強度値をラスタ配列もしくはマトリックス配列に配置したデータに変換するシミュレーション用データ変換手段を有し、該データ変換手段によって変換されたデータに基づいて光強度シミュレーションを行うことを特徴としている。

【0014】また、請求項4に記載の発明は、請求項1に記載のフォトマスクパターン設計装置において、前記パターン比較チェック手段は、前記光強度シミュレーションで得られたパターン光強度分布から所定の光強度値

の等高線を抽出し、その等高線より表されるパターンのCADデータに変換するCADデータ変換手段を有し、前記パターンデータ抽出手段により抽出されたCADパターンデータと該等高線により表されるパターンのCADデータとにおいて、両者の配線幅、配線間隔、パターンコーナー部、または、コンタクトホール径のいずれかを比較検証し、当該比較検証を行った箇所の寸法差が、前記所定の許容値以上である箇所を、前記補正を必要とする箇所として抽出することを特徴としている。

10 【0015】また、請求項5に記載の発明に係るフォトマスクパターン設計方法は、CADシステムにより作成されたフォトマスクパターンのCADパターンデータから、光強度シミュレーションを行うパターン部分のCADパターンデータを抽出する第1の工程と、前記抽出されたCADパターンデータに基づいて光強度シミュレーションを行い、該抽出されたCADパターンデータに基づくパターン部分の、投影露光後のパターン光強度分布を求める第2の工程と、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとを比較検証し、補正を必要とする箇所を抽出する第3の工程と、前記抽出された要補正箇所において、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとの差が所定の許容値以下となるように、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータを補正する第4の工程とを有することを特徴としている。

20 【0016】また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載のフォトマスクパターン設計方法において、前記第1の工程は、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータのうち、所定値以下の、配線幅、配線間隔、コンタクトホール径、または、層間目合わせ裕度部分を含む、所定面積の領域を前記光強度シミュレーションを行うパターン部分として、そのCADパターンデータを抽出することを特徴としている。

30 【0017】また、請求項7に記載の発明は、請求項5に記載のフォトマスクパターン設計方法において、前記第2の工程は、前記抽出されたCADパターンデータにより表されるフォトマスクパターンの光強度像を格子状に細分化し、該各格子における光強度値をラスタ配列もしくはマトリックス配列に配置したデータに変換し、該変換されたデータに基づいて光強度シミュレーションを行うことを特徴としている。

40 【0018】また、請求項8に記載の発明は、請求項5に記載のフォトマスクパターン設計方法において、前記第3の工程は、前記光強度シミュレーションで得られたパターン光強度分布から所定の光強度値の等高線を抽出し、該抽出した等高線を、その等高線より表されるパターンのCADデータに変換し、該等高線により表されるパターンのCADデータと前記第1の工程で抽出された

CADパターンデータとにおいて、両者の配線幅、配線間隔、パターンコーナー部、または、コンタクトホール径のいずれかを比較検証し、当該比較検証を行った箇所の寸法差が、前記所定の許容値以上である箇所を、前記補正を必要とする箇所として抽出することを特徴としている。

【0019】また、請求項9に記載の発明は、フォトマスクパターンの設計を行うフォトマスクパターン設計プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、該フォトマスクパターン設計プログラムは、コンピュータに、CADシステムにより作成されたフォトマスクパターンのCADパターンデータから、光強度シミュレーションを行うパターン部分のCADパターンデータを抽出させ、前記抽出させたCADパターンデータに基づいて光強度シミュレーションを実行させて、該抽出させたCADパターンデータに基づくパターン部分の、投影露光後のパターン光強度分布を求めさせ、前記抽出されたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとを比較検証し、補正を必要とする箇所を抽出させ、前記抽出させた要補正箇所において前記抽出させたCADパターンデータに基づくパターンと前記光強度シミュレーションの結果に基づくパターンとの差が所定の許容値以下となるように、前記フォトマスクパターンのCADパターンデータを補正させることを特徴としている。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の内容を詳述する。図1は本発明のフォトマスクパターン設計装置による動作を示すフローチャートである。また、図2は、上記フォトマスクパターン設計装置のハードウェア構成を示すブロック図である。図2において、1はキーボードやマウス等の入力装置、2はCPU（中央処理装置）、ROM（リードオンリメモリ）、RAM（ランダムアクセスメモリ）等で構成され、記憶媒体3に記録されたフォトマスクパターン設計プログラム（後述する）に従ってデータ処理を行う処理装置である。

【0021】また、2aは処理装置2に内蔵され、記憶媒体3に記録されたフォトマスクパターン設計プログラムを読み込むデータ読取装置である。ここで、記憶媒体3に記憶されているフォトマスクパターン設計プログラムは、パターン検証ツールおよび可視化グラフィックツール（後述する）等の複数の機能を持つツールからなっている。また、記憶媒体3としては、例えば、フロッピーディスク等の磁気ディスク、CD-ROM、半導体メモリ等であってもよい。

【0022】また、4はモニタやプリンタ等、処理装置2の処理結果を出力する出力装置である。5は目的とする回路パターンの設計が行われた後にCAD（Computer Aided Design）システムを用いて作成されたフォトマ

スクパターンデータ（以下、CADパターンデータという）を記憶した記憶装置である。

【0023】なお、本実施形態におけるフォトマスクパターン設計装置のハードウェア構成としては、図2に示したものに限らず、いわゆるワークステーションやパーソナルコンピュータ等を用いてもよい。

【0024】次に図1および図2を参照して本実施形態のフォトマスクパターン設計装置による動作を説明する。まず、図2の処理装置2は、データ読取装置2aを介して記憶媒体3に記憶されたフォトマスクパターン設計プログラムを読み込み、読み込んだフォトマスクパターン設計プログラムに従って、図1のステップS1以降の処理を開始する。

【0025】まず、ステップS1では、記憶装置5から目的とする回路パターンのCADパターンデータを読み込む。このCADパターンデータは、通常ストリームデータと呼ばれるCAD専用のデータ形式で構成されており、これは図形や位置座標の情報の他に半導体工程での層構成や層名、パターン名等の付加的情報も含まれている。

【0026】次にステップS2へ進み、パターン検証ツールによりデザインルールチェックが行われ、後述する光強度シミュレーションを行うためのパターン部分を抽出する。ここで、デザインルールチェック（DRCともいう）とは、作成されたフォトマスクパターンデザインに対して設計ルール上のクリティカルな部分を含む所定面積の範囲のCADパターンデータを抽出することである。また、設計ルール上のクリティカルな部分とは、目的とする半導体回路の特性や適用するフォトリソグラフィ技術によっても異なるが、所定値以下の配線線幅、配線間隔、コンタクトホール径、層間目合わせ裕度等を含む部分が選択されることが多い。

【0027】次にステップS3へ進み、ステップS2で抽出したCADパターンデータから、光強度シミュレーションを行うためのデータ形式である、ラスタ形式へのデータ変換を行う。変換方法は、まずCADパターンデータによって表されるフォトマスクパターンの光学像を格子状に細分化する。この時、光学像は光強度分布として表され、各格子における光強度値をラスタ配列に配置する。ただしこの時、光強度値をマトリックス配列に配置することもできる。また、ラスタ配列およびマトリックス配列は、どちらも各格子の光強度に対応した数値データが整然と配置されたものであって、配列が1次元か2次元かの違いのみである。

【0028】次にステップS4では、上記データ変換によりラスタ形式に配列した各格子の光強度に対応する数値データに対して、所定の条件で光強度シミュレーションを行う。これにより、シミュレーション結果として、投影露光後のパターン光学像の光強度分布に相当する各格子毎の数値データが得られる。この光強度分布

は、可視化グラフィックツールを用いてパターンとして出力装置4に表示し、見る事ができる。すなわち、光強度シミュレーションにより得られた各格子毎の数値データ（シミュレーション結果）に応じた輝度で、ステップS3で細分化した各格子を表示し、これを投影露光後のパターン光学像として表示する。

【0029】さらにステップS5へ進み、光強度シミュレーションによって得られた数値データから所定の1つの値の等高線パターンを抽出し、これをCADデータすなわちストリームデータ形式へとデータ変換する。このデータ変換は、例えば所定の等高線の値を基準値として、ステップS4で行った光強度シミュレーションにより得られた光強度分布を前記ステップS3で細分化した各格子毎に基準値以上と基準値未満に区分し、格子の外周に沿って輪郭線を描く。そして格子をCADデータ上の平面座標に重ねて、この輪郭線をCADパターン（CADデータによって表されるパターン）に変換すればよい（以下、このCADパターンに変換された輪郭線を等高線パターンという）。なお、光強度シミュレーションによって得られた数値データからCADデータへの変換方法は、上述した方法に限定されるものではない。

【0030】ここで、ステップS2で抽出されたフォトマスクパターンから、ステップS5において等高線パターンが得られるまでの過程を、図3に示す模式図を参照してさらに説明する。まず、ステップS2においてフォトマスクパターンPを含む所定面積の領域が抽出されたとすると、その光学像（図3（a）参照）が、ステップS3において、図3（b）に示すように格子状に細分化される。そして、ステップS4で光強度シミュレーションが行われ、その結果得られた各格子毎の数値データに応じた（例えば）輝度で出力装置4に表示される（図3（c）参照）。そして、ステップS5において、細分化した各格子毎に所定の基準値以上と基準値未満に区分し、格子の外周に沿って輪郭線（ここでは、図3（c）中、Lで示される線とする）が描かれ、この輪郭線がCADデータへ変換され、等高線パターンとなる（図3（d）参照）。

【0031】次にステップS6において、元のCADパターンデータ、すなわち、ステップS1で読み込んだCADパターンデータと、ステップS5でCADパターンデータに変換された等高線パターンとを重ね合わせ、パターン検証ツールを用いてデザインルールチェックを行う。このチェックは元のCADパターンと光強度シミュレーションによる等高線パターンとの差異について比較照合することが目的である。これによって、両者のパターンに予め定めた許容値以上の差異がある箇所、すなわちシミュレーションによる結果が本来のパターンと異なっており、パターン補正を必要とする箇所が抽出される。

【0032】なお、この時のチェックに用いるデザイン

ルールは特に定めるものではないが、例えば配線線幅や配線間の間隔、パターンコーナー部、コンタクトホール径等をチェックすればよい。また、ステップS2において用いたデザインルール上のクリティカルな部分と同じ部分をチェックしてもよい。

【0033】そしてステップS7では、ステップS6で比較照合した結果、抽出された箇所についてパターン補正を行う。この際、上記等高線パターンが、元のCADパターンに対して充分近似するように、すなわち両者の差異が最小となるようにパターン補正がなされる。例えば、コンタクトホール径について、ステップS6で等高線パターンとCADパターンとを比較した結果、等高線パターンのコンタクトホール径がCADパターンのものよりも小さかった場合、CADパターンにおける当該コンタクトホール径を所定の大きさ $\Delta\phi$ だけ広げ、再度、ステップS3～S6の処理を行って、オリジナルのCADパターン（コンタクトホール径を $\Delta\phi$ だけ広げる前の元々のCADパターン）と、再度シミュレーションを行った結果得られた等高線パターンとを比較する。

【0034】そして、以下、等高線パターンとオリジナルのCADパターンの、コンタクトホール径の差が、前述した許容値以下となるまで、順次、CADパターンのコンタクトホール径の大きさを $\Delta\phi$ ずつ広げて行き、その都度、ステップS3～S6の処理を繰り返す。そして、等高線パターンのコンタクトホール径がオリジナルのCADパターンのコンタクトホール径に対して許容値以下となった時のCADパターンを、リソグラフィ工程を考慮して最適化補正がなされたフォトマスクパターンとして採用する。

【0035】次に図4および図5を参照し、ステップS7におけるパターンの補正に関して具体例を挙げて説明する。図4は、CADパターンに対してデザインルールチェックを行い、抽出されたパターン部分を示す。このマスクパターンAでは位相シフト技術を用いており、パターン10、12は位相0度、パターン11は位相180度である。ラインパターンの幅はパターン10が0.4 μm 、パターン11、12が0.25 μm である。ラインパターン11のみ位相シフトパターンとした。このマスクパターンAについて線幅に関するデザインルールチェックを行った結果、この部分は設計上のクリティカルな部分として抽出された。

【0036】図5に、該パターン部分Aに対して露光波長248nm、開口数0.5、コヒーレンス度0.3、焦点誤差0 μm の光学条件で光強度シミュレーションを行った結果を光強度分布の等高線図として示した。なお、等高線の値は0.3としており、この値は経験的に実際のリソグラフィ工程において得られるレジストパターンとはほぼ同等になる条件として考えることができる。パターン10'、11'、12'はそれぞれ図4のパターンに対応する。

【0037】図5のデータをCADデータに変換し、図4のパターンデータに対してデザインルールチェックによって比較照合した結果、シミュレーションによる等高線パターン（図5中、ラインパターン10'、11'、12'）は、いずれも設計パターン10、11、12に対してやや太くなっていることが示された。このため補正值として線幅リサイズ量0.05 μ mが検証結果として示され、補正を行った。また、求められた補正值は、図4に示されるパターン10、11、12の抽出部分のみならず、抽出されなかった部分、すなわち、抽出はされなかったが、パターン10、11、12の設計パターンとしてつながりのある部分に対しても反映される。

【0038】なお、確認のため図5の結果から直接パターン線幅を計測したところ、パターン10'の線幅w1は0.40 μ m、パターン11'の線幅w2は0.30 μ m、パターン12'の線幅w3は0.28 μ mと計測された。各パターンの設計値はそれぞれ0.4 μ m、0.25 μ m、0.25 μ mであるから、いずれの線幅もやや太めになっていることがわかる。

【0039】なお、上述した実施形態において、記録媒体3に記録されたフォトマスクパターン設計プログラムは、記憶装置5から読み出したCADパターンデータに対して、パターンの最適化を行っていたが、上記フォトマスクパターン設計プログラムにCADツールを組み込み、このCADツールによって作成したCADパターンデータに対して、パターンの最適化を行うようにしてもよい。

【0040】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、CADパターンデータから光強度シミュレーションを行い、これをデータ変換してCADパターンデータとして比較照合を行い補正デザインルールを設定できるので、従来のフォトマスク設計ルールによる設計パターンよりもリソグラフィ工程を考慮して最適化したパターン補正を行う

ことができ、微細加工精度が向上したフォトマスクが容易かつ迅速に作製できる。

【0041】しかもデータ量が膨大なパターンに対しても、デザインルールチェックを設定することによって、配線の最小線幅、配線間の最小間隔、コンタクトホール部等、実際に半導体集積回路等を製造した際、製造に用いたフォトマスクパターンとの差が生じやすい箇所のみを抽出して、シミュレーションを行うので、短時間でかつ自動的に最適化された補正パターンを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態によるフォトマスク設計装置における処理内容を示すフローチャートである。

【図2】 同フォトマスク設計装置の構成を示すブロック図である。

【図3】 同フォトマスク設計装置によりCADパターンから等高線パターンが得られるまでの過程を示す模式図である。

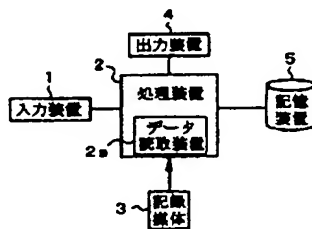
【図4】 同フォトマスク設計装置により抽出されたCADパターンを示す図である。

【図5】 図4のCADパターンに基づいて光強度シミュレーションを行った結果得られた等高線パターンを示す図である。

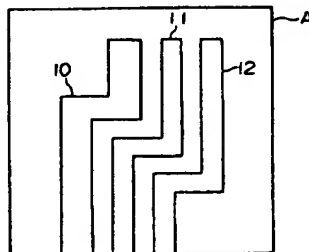
【符号の説明】

- | | |
|-------------|--------------|
| 1 | 入力装置 |
| 2 | 処理装置 |
| 2a | データ読取装置 |
| 3 | 記録媒体 |
| 4 | 出力装置 |
| 5 | 記憶装置 |
| 10、12 | ラインパターン |
| 11 | 位相シフトラインパターン |
| 10'、11'、12' | 等高線パターン |

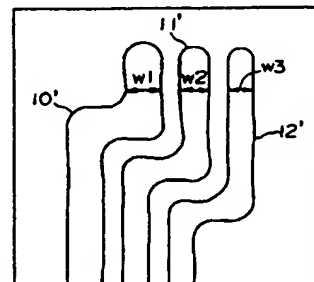
【図2】



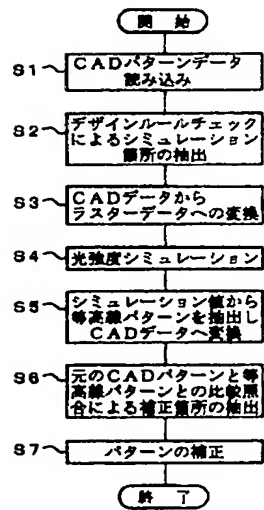
【図4】



【図5】



【図1】



【図3】

